

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-113965  
 (43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H05B 3/18

(21)Application number : 10-281521

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 02.10.1998

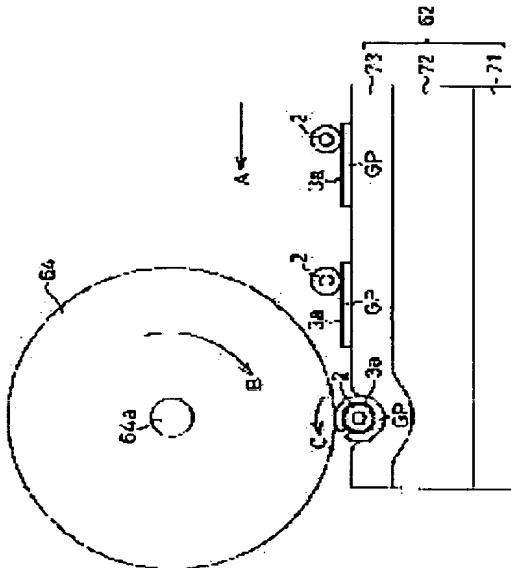
(72)Inventor : HAYAKAWA HIROTAKA  
SADA HIRONORI  
NAKAJIMA YOSHIMICHI

## (54) MANUFACTURE OF CERAMIC HEATER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reliably stick a green sheet piece and a ceramic base material together and to quickly conduct winding when winding the green sheet piece coated with a ceramic paste on the ceramic base material.

**SOLUTION:** A base 62 is horizontally moved in the direction (an arrow A direction) of a winding roller 64 rotated in the direction of an arrow B, the outer periphery of the winding roller 64 and the outer periphery of a ceramic porcelain tube 2 are kept in contact with each other, and the ceramic porcelain tube 2 is rotated in the direction of an arrow C with both outer peripheries slid together. Plates 72, 73 constituting the base 62 and the winding roller 64 are made flexible. The plates 72, 73 are heated. The static electricity generated between the green sheet piece GP and the winding roller 64 is removed from the conductive winding roller 64. The end section of the green sheet piece GP stuck to the ceramic porcelain tube 2 via the ceramic paste 3a is lifted, and the green sheet piece GP is wound on the outer periphery of the ceramic porcelain tube 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3694408

[Date of registration] 01.07.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-113965

(P2000-113965A)

(43)公開日 平成12年4月21日(2000.4.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 05 B 3/18

識別記号

F I

H 05 B 3/18

マーク(参考)

3 K 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-281521

(22)出願日 平成10年10月2日(1998.10.2)

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 早川 実隆

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 佐田 裕紀

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 100082500

弁理士 足立 勉

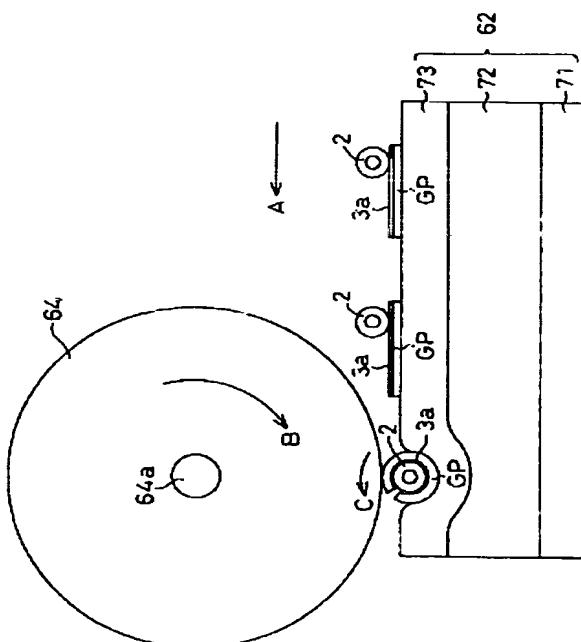
最終頁に続く

(54)【発明の名称】セラミックスペーストの製造方法

(57)【要約】

【課題】セラミックスペーストが塗布されたグリーンシート片をセラミックス基材に巻き付ける際に、両者を確実に密着させ且つ巻付作業を速やかに行う。

【解決手段】矢印B方向に回動する巻付ローラ64の方向(矢印A方向)へ基台62を水平移動させ、巻付ローラ64の外周面とセラミックス碍管2の外周面とを当接させ、両外周面を摺動させながらセラミックス碍管2を矢印C方向に回動させる。ここで、基台62を構成する各板材72, 73および巻付ローラ64は可撓性を有している。また、各板材72, 73は加熱されている。そして、グリーンシート片GPと巻付ローラ64との間に生じる静電気は導電性を有する巻付ローラ64から除去される。そのため、セラミックススペースト3aを介してセラミックス碍管2に密着されているグリーンシート片GPの端部が持ち上げられ、グリーンシート片GPがセラミックス碍管2の外周に巻き付けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加した後にシート状に成形したグリーンシート片に、通電されることにより発熱する発熱パターンを形成し、そのグリーンシート片の表面に、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加したセラミックスペーストを塗布し、そのセラミックスペーストが塗布された面上にセラミックス基材を載置する第1の工程と、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面をセラミックス基材に密着させる第2の工程と、  
グリーンシート片と発熱パターンとセラミックスペーストとセラミックス基材とを一体焼成する第3の工程とを備えたセラミックスヒータの製造方法であって、前記第2の工程では、セラミックス基材が載置されたグリーンシート片をセラミックス基材側を上にして基台上に載置し、その基台を回動する巻付ローラの方向へ移動させ、巻付ローラの外周面とセラミックス基材の外周面とを当接させ、基台の移動および巻付ローラの回動に伴って、巻付ローラの外周面とセラミックス基材の外周面とを摺動させながらセラミックス基材を回動させることにより、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付けることを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記基台の少なくとも表面および前記巻付ローラの少なくとも外周面がそれぞれ可撓性を有し、前記グリーンシート片を前記セラミックス基材の外周に巻き付ける際に、前記セラミックス基材の形状に対応して前記基台の表面および前記巻付ローラの外周面が変形することを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記基台の表面または前記巻付ローラの外周面の少なくともいづれか一方が加熱されていることを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項4】 請求項1～3のいづれか1項に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記巻付ローラと前記グリーンシート片とが擦れ合うことによって生じる静電気を除去する静電気除去手段を備えたことを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【請求項5】 請求項4に記載のセラミックスヒータの製造方法において、

前記静電気除去手段は、導電性を有する材質によって形成されると共にアースされた前記巻付ローラ、または、前記巻付ローラの外周面に供給された帯電防止剤の少なくともいづれか一方であることを特徴とするセラミックスヒータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセラミックスヒータの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種センサの加熱、グローバルシステム、半導体の加熱、石油ファンヒーターの点火などの用途で、セラミックスヒータが広く使用されている。例えば、内燃機関の排気管中に装着されて排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサでは、特に低温時に酸素センサを良好に機能させるためにセンサの素子部を加熱する必要があり、その加熱用にセラミックスヒータが使用されている。

【0003】本出願人においても、この種のセラミックスヒータとして、円筒形のセラミックス碍管（基材）の表面に、第1のセラミックス層、第2のセラミックス層、発熱パターン、第3のセラミックス層をこの順番で積層した構造のものを種々提案している（特開平1-225087号、特開平4-329291号など）。

【0004】このような構造のセラミックスヒータは以下の工程を経て製造される。

工程A：第2および第3のセラミックス層を形成するための原料粉末（アルミナ粉末など）を混合してスラリー状とし、それを薄板状に成形して第1および第2の2枚の矩形状のグリーンシートを作成する。

【0005】工程B：第2のグリーンシートの表面に、高融点金属ペースト（タンクステンペーストなど）から成る複数組の発熱パターンをペースト印刷法を用いて形成する。このとき、発熱パターンの各組が第2のグリーンシートの長手方向に配置されるようとする。

【0006】工程C：第2のグリーンシートにおける発熱パターンが形成された面の上に第1のグリーンシートを重ね合わせ、第1および第2のグリーンシートを圧着する。

工程D：発熱パターンが1組ずつ独立するように、積層した第1および第2のグリーンシートを長手方向に対して垂直に切断分離して、短冊状のグリーンシート片を作成する。

【0007】工程E：第1のセラミックス層を形成するための原料粉末（アルミナ粉末など）を混合してスラリー状としたセラミックスペーストを作成する。そして、当該セラミックスペーストを各グリーンシート片の表面上に塗布する。

工程F：各グリーンシート片のセラミックスペーストが塗布された面の上に、予め作成しておいたセラミックス碍管を載置する。このとき、各グリーンシート片の長手方向に対して平行な所定位置にセラミックス碍管が配置されるように、各グリーンシート片に対してセラミックス碍管を1本ずつ載置する。

【0008】工程G：グリーンシート片をセラミックス碍管の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面

をセラミックス碍管に密着させる。

工程H：セラミックス碍管、セラミックスペースト、第1のグリーンシート、発熱パターン、第2のグリーンシートを一体焼成して相互に密着固定させる。その結果、セラミックスペーストが第1のセラミックス層になると共に、第1および第2のグリーンシートがそれぞれ第2および第3のセラミックス層になり、丸棒状のセラミックスヒータが完成する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記工程Gにてグリーンシート片をセラミックス碍管に巻き付ける際には、温められたシリコンゴムのシートの上にセラミックス碍管が載置されたグリーンシート片を置き、作業者の手作業により、セラミックス碍管を手のひらで転がしてグリーンシート片を巻き込むようにしていた。

【0010】そのため、作業者のミスから、セラミックス碍管とグリーンシート片との間に隙間が生じたり、巻き付けられたグリーンシート片にねじれが生じたりして、セラミックス碍管とグリーンシート片とが確実に密着しないおそれがあった。そこで、セラミックス碍管とグリーンシート片とを確実に密着させるように細心の注意を払いながら巻付作業を進めるとなると、巻付作業に相当の時間を要することになり、製造TAT (Turn Around Time) が長くなるという問題があった。

【0011】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、セラミックスペーストが塗布されたグリーンシート片をセラミックス基材に巻き付けるに際して、グリーンシート片とセラミック基材とを確実に密着させると共に、巻付作業を速やかに行うことが可能なセラミックスヒータの製造方法を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、以下の第1～第3の工程を備える。第1の工程では、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加した後にシート状に成形したグリーンシート片に、通電されることにより発熱する発熱パターンを形成し、そのグリーンシート片の表面に、セラミックス原料粉末に溶剤および結合剤を添加したセラミックスペーストを塗布し、そのセラミックスペーストが塗布された面の上にセラミックス基材を載置する。次に、第2の工程では、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付け、セラミックスペーストの塗布面をセラミックス基材に密着させる。統いて、第3の工程では、グリーンシート片と発熱パターンとセラミックスペーストとセラミックス基材とを一体焼成する。そして、第2の工程では、セラミックス基材が載置されたグリーンシート片をセラミックス基材側を上にして基台上に載置し、その基台を回動する巻付ローラの方向へ移動させ、巻付ローラの外周面とセラミックス基材の外

周面とを当接させ、基台の移動および巻付ローラの回動に伴って、巻付ローラの外周面とセラミックス基材の外周面とを摺動させながらセラミックス基材を回動させることにより、グリーンシート片をセラミックス基材の外周に巻き付ける。

【0013】従って、本発明においては、基台の移動に伴い、巻付ローラの外周面がセラミックス基材の外周面と当接する。そして、基台の移動および巻付ローラの回動に伴い、巻付ローラからセラミックス基材に対して、セラミックス基材を巻付ローラの回動方向と相対方向に回動させる力が加えられる。すると、巻付ローラの外周面とセラミックス基材の外周面とが摺動しながらセラミックス基材が回動し、そのセラミックス基材の回動に伴い、セラミックスペーストを介してセラミックス基材に密着されているグリーンシート片の端部が持ち上げられる。その後、基台の移動および巻付ローラの回動に伴い、セラミックス基材がグリーンシート片に巻き込まれるようにして1回転すると、グリーンシート片がセラミックス基材の外周に巻き付けられる。そして、グリーンシート片がセラミックス基材の外周に巻き付けられた状態で、基台と巻付ローラとの間に再度1回転すると、セラミックスペーストの塗布面全面がセラミックス基材の外周面に確実に密着される。

【0014】このように、本発明によれば、手作業によらずに巻付作業を行うため、巻付作業の均一化を図った上で巻付作業に要する時間を短くして製造TATを短縮することができる。ところで、請求項2に記載の発明のように、請求項1に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記基台の少なくとも表面および前記巻付ローラの少なくとも外周面がそれぞれ可撓性を有し、前記グリーンシート片を前記セラミックス基材の外周に巻き付ける際に、前記セラミックス基材の形状に対応して前記基台の表面および前記巻付ローラの外周面が変形するようにもよい。

【0015】従って、本発明によれば、基台の移動および巻付ローラの回動に伴って、基台の表面および巻付ローラの外周面がセラミックス基材の形状に対応して変形するため、グリーンシート片に過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、セラミックス基材をスムーズに回動させることができる。

【0016】また、請求項3に記載の発明のように、請求項1または請求項2に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記基台の表面または前記巻付ローラの外周面の少なくともいずれか一方を加熱するようにしてもよい。従って、本発明によれば、基台の表面または巻付ローラの外周面を介してグリーンシート片を加熱するため、グリーンシート片の可撓性を高めることができなり、巻付作業を確実に行うことができる。

【0017】また、請求項4に記載の発明のように、請求項1～3のいずれか1項に記載のセラミックスヒータ

の製造方法において、前記卷付ローラと前記グリーンシート片とが擦れ合うことによって生じる静電気を除去する静電気除去手段を備えるようにしてもよい。

【0018】従って、本発明によれば、前記静電気によりグリーンシート片が卷付ローラに付着するのを防止することが可能になる。ところで、請求項5に記載の発明のように、請求項4に記載のセラミックスヒータの製造方法において、前記静電気除去手段は、導電性を有する材質によって形成されると共にアースされた前記卷付ローラ、または、前記卷付ローラの外周面に供給された帯電防止剤の少なくともいずれか一方としてもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施形態を図面と共に説明する。図5は、本実施形態により作成されたセラミックスヒータ1を示す一部断面斜視図である。

【0020】セラミックスヒータ1は、円筒形のセラミックス碍管(基材)2の表面に、第1のセラミックス層3、第2のセラミックス層4、発熱パターン5、第3のセラミックス層6がこの順番で積層巻回されて構成されている。図6は、セラミックスヒータ1の各部材3~6がセラミックス碍管2に対して積層巻回される前の状態を示す分解斜視図である。

【0021】発熱パターン5は、発熱部11、コンタクト部12、13、リード部14、15から構成されている。発熱部11は、セラミックスヒータ1の先端側に配置され、セラミックスヒータ1の長手方向に対して垂直方向に複数回蛇行するように形成されている。尚、発熱部11の形状および寸法は、セラミックスヒータ1の使用目的に応じ、加熱対象に合わせて設定されている。また、各コンタクト部12、13はセラミックスヒータ1の後端側に配置されている。そして、各コンタクト部12、13は各リード部14、15を介して発熱部11の両端部とそれぞれ接続されている。

【0022】セラミックス層6におけるセラミックスヒータ1の表面側には、各コンタクト部12、13とそれぞれ対応する位置に各端子部21、22が設けられている。そして、各端子部21、22は、セラミックス層6に形成された各スルーホール23、24を介して、各コンタクト部12、13とそれぞれ接続されている。そのため、各端子部21、22間に電圧を印加すると、各端子部21、22から各スルーホール23、24および各コンタクト部12、13を介して発熱パターン5に通電がなされ、発熱パターン5が発熱する。

【0023】次に、セラミックスヒータ1の製造工程について、図1~図10に基づいて説明する。

【工程1(図7参照)】まず、各部材2~4、6を形成するためのセラミックス原料粉末を作成する。

【0024】すなわち、平均粒径1.5μm、純度99.9%の酸化アルミニウム(A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)粉末を主材料と

し、平均粒径2μm、純度98%の二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)粉末と、平均粒径2μm、純度90%の酸化マグネシウム(MgO)粉末と、平均粒径2μm、純度93%の酸化カルシウム(CaO)粉末とを焼結促進剤として、これらを97.2:2.5:0.1:0.1の割合で配合し、ポールミルで20~60時間湿式混合した後で脱水乾燥することにより、セラミックス原料粉末を作成する。

【0025】尚、セラミックス原料粉末の主材料としてはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が好適であるが、特に熱伝導特性に優れた高温高強度材料とするために、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均結晶粒径は10μm以下が適当であり(望ましくは2μm以下)、相対理論密度94%以上、純度90%以上が適当である。

【0026】また、セラミックス原料粉末の主材料としては、高温高強度セラミックスであればどのようなもの(例えば、ムライトやスピネル等のアルミナ類似のセラミックスなど)を用いてもよい。そして、焼成促進剤としては、SiO<sub>2</sub>、MgO、CaO以外に酸化ホウ素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を配合してもよく、焼成過程において酸化物、ひいては所定の網目構造となりえるもの、例えば、炭酸塩などの各種塩や水酸化物として配合してもよい。

【0027】次に、セラミックス原料粉末からグリーンシートを作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてポリビニルブチラール8%、DBP4%、メチルエチルケトン、トルエン70%を添加し、ポールミルで混合してスラリー状とする。そして、減圧脱泡後、加圧成形法(例えば、静水圧成形法、ドクターブレード法など)または押出成形法により、セラミックス層4と成る厚さ0.05~0.1mmの矩形シート状の第1のグリーンシート4aを作成すると共に、セラミックス層6と成る厚さ0.2~0.4mmの矩形シート状の第2のグリーンシート6aを作成する。

【0028】[工程2(図6、図7参照)]まず、グリーンシート6aの表面に、厚さ1.0~3.0μmの高融点金属ペーストから成る複数組の発熱パターン5をペースト印刷法を用いて形成する。このとき、各発熱パターン5がグリーンシート6aの長手方向に配置されるようにする。

【0029】次に、グリーンシート6aの裏面において、表面側に形成された発熱パターン5の各コンタクト部12、13とそれぞれ対向する位置に、厚さ1.0~3.0μmの高融点金属ペーストから成る各端子部21、22をペースト印刷法を用いて形成する。

【0030】続いて、各コンタクト部12、13と各端子部21、22とをそれぞれ連通する透孔をグリーンシート6aに開口し、当該透孔内に高融点金属ペーストを充填して各スルーホール23、24を形成する。尚、高融点金属ペーストとしては、主にタンゲステン(W)やモリブデン(Mo)を用い、これに、白金(Pt)やロジウム(Rh)などの高融点金属成分を混合して用いる

とよい。また、抵抗特性の向上のために、P<sub>t</sub>やR<sub>h</sub>を単独で用いてもよい。ちなみに、悪影響を与えない限りにおいて、セラミックス層3、4、6と同材料の酸化物等が発熱パターン5の材料中に若干混在していてもよい。

【0031】また、発熱パターン5および各端子部21、22と成る導電性膜は、ペースト印刷法以外の適宜な方法（化学メッキ法、CVD（Chemical Vapor Deposition）法、PVD（Physical Vapor Deposition）法など）を用いて形成してもよい。

【0032】【工程3（図7参照）】グリーンシート6aにおける発熱パターン5が形成された面の上にグリーンシート4aを重ね合わせ、各グリーンシート4a、6aを圧着する。

【工程4（図8参照）】各発熱パターン5が独立するように、積層した各グリーンシート4a、6aを長手方向に対して垂直に切断して、短冊状の各グリーンシート片GPを作成する。このとき、各グリーンシート片GPを分離せずに各グリーンシート片GPがほぼ密着した状態にして、切断前の各グリーンシート4a、6aの全体の形状（セラミックスヒータ1の長手方向に対して垂直方向に長く伸びた形状）が保持されるようにする。

【0033】【工程5（図9参照）】まず、工程1にて作成したセラミックス原料粉末からセラミックスペースト3aを作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてポリビニルブチラール25%，DBP8%，ブチルカルビドール30%を添加し、ボールミルで混合してスラリー状にすることにより、セラミックスペースト3aを作成する。

【0034】次に、セラミックスペースト3aを各グリーンシート片GPの表面に塗布する。尚、工程4において切断した各グリーンシート片GPを分離しなかったのは、スクリーンマスクを使用することにより、各グリーンシート片GPの表面に対してセラミックスペースト3aを均一に且つ一度に塗布するためである。

【0035】【工程6（図10参照）】まず、工程1にて作成したセラミックス原料粉末からセラミックス碍管2を作成する。すなわち、セラミックス原料粉末に、溶剤および結合剤としてメチルセルロース1%，マイクロクリスタリンワックス15%，水10%を添加して混練する。そして、押出成形法で円筒状に成形し、所定寸法に切断後、1200°Cで仮焼することにより、セラミックス碍管2を作成する。

【0036】次に、各グリーンシート片GPのセラミックスペースト3aが塗布された面の上に、セラミックス碍管2を載置する。このとき、各グリーンシート片GPの長手方向に対して平行な端部にセラミックス碍管2が配置されるように、各グリーンシート片GPに対してセラミックス碍管2を1本ずつ載置する。

【0037】【工程7（図6、図10参照）】各グリー-

ンシート片GPをセラミックス碍管2が載置された状態で分離する。

【工程8（図1～図4参照）】分離した各グリーンシート片GPを仮巻付装置61へ供給する。

【0038】図1は、仮巻付装置61の構造を説明するための概略構成図である。仮巻付装置61は、基台62、押圧装置63、巻付ローラ64から構成されている。基台62は、台座板71上に2層の板材72、73がこの順番で積層されて構成されている。表面が平坦な台座板71は変形不能な材質（例えば、アルミニウム合金など）によって形成されている。矩形平板状の各板材72、73は可撓性を有する材質（例えば、ゴム材など）によって形成され、各板材72、73の幅はグリーンシート片GPの長さ以上に設定されている。尚、後述するように、各板材72、73の板厚および硬度はそれぞれ最適値に設定され、各板材72、73は最適温度に加熱されている。ちなみに、各板材72、73の加熱は、各板材72、73の内部に設けられたヒータ（図示略）を用いてもよく、各板材72、73とは別個に設けられた加熱装置（図示略）を用いてもよい。そして、基台62はローラコンベアやベルトコンベアなどの搬送装置（図示略）により水平方向に移動されるようになっている。

【0039】押圧装置63は、押圧板74、伸縮ロッド75、空圧シリンダ76から構成されている。押圧板74は変形不能な材質（例えば、アルミニウム合金など）によって形成され、その寸法形状は板材73上面の寸法形状と同じに設定されている。そして、押圧板74の平坦な下面是板材73と平行に配置されている。伸縮ロッド75の一端は押圧板74の上面に固定され、伸縮ロッド75の他端は空圧シリンダ76に嵌挿されて伸縮されるようになっている。

【0040】円柱形の巻付ローラ64は可撓性および導電性を有する材質（例えば、カーボンなどの導体が分散されたニトリルゴム材など）によって形成され、巻付ローラ64の幅は各板材72、73の幅以上に設定されている。また、巻付ローラ64のローラ軸64aは、板材73の表面に対して平行に配置され、回転可能に枢支されている。そして、巻付ローラ64は、回動装置（図示略）により、ローラ軸64aを中心として回動されるようになっている。加えて、金属製のローラ軸64aは回動装置を介してアースされている。尚、後述するように、巻付ローラ64の直径および硬度は最適値に設定されている。

【0041】このように構成された仮巻付装置61を用いてグリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付ける動作について、図1～図4を参照しながら説明する。まず、セラミックス碍管2が載置された各グリーンシート片GPを、真空吸着装置（図示略）などを用いて仮巻付装置61の基台62の直上まで移動した後

に板材73上に落下させ、セラミックス碍管2側を上にして板材73(基台62)上に載置する。このとき、板材73上において各グリーンシート片GPがほぼ一定間隔をあけるように配置する。

【0042】次に、搬送装置を用いて基台62を押圧装置63の直下まで移動する。そして、伸縮ロッド75を伸ばして押圧板74を降下させ、その押圧板74の平坦な下面により、板材73上に配置された各グリーンシート片GPに載置された各セラミックス碍管2の上から荷重をかける。その結果、各セラミックス碍管2はそれぞれ各グリーンシート片GPに押し当てられて接触面積が増大し、各セラミックス碍管2はセラミックスペースト3aを介して各グリーンシート片GPに密着される。

【0043】統いて、図2に示すように、搬送装置を用いて基台62を巻付ローラ64の方向(矢印A方向)へ移動する。ここで、巻付ローラ64は、その外周面と板材73の表面との間に所定間隔の間隙が形成される位置に枢支され、基台62の進行方向(矢印A方向)と同一方向(矢印B方向)に回動している。そのため、基台62の移動に伴い、巻付ローラ64の外周面がセラミックス碍管2の外周面と当接する。そして、基台62の移動および巻付ローラ64の回動に伴い、巻付ローラ64からセラミックス碍管2に対して、巻付ローラ64の回動方向(矢印B方向)と相対方向(矢印C方向)に回動させる力が加えられる。

【0044】その結果、図3に示すように、巻付ローラ64の外周面とセラミックス碍管2の外周面とが摺動しながら、セラミックス碍管2が矢印C方向に回動する。ここで、板材73上に配置された各グリーンシート片GPにおいて、セラミックス碍管2は基台62の進行方向(矢印A方向)とは反対側の端部に配置されている。そのため、セラミックス碍管2の回動に伴い、セラミックスペースト3aを介してセラミックス碍管2に密着されているグリーンシート片GPの端部が持ち上げられる。

【0045】その後、図4に示すように、基台62の移動および巻付ローラ64の回動に伴い、セラミックス碍管2がグリーンシート片GPに巻き込まれるようにして1回転すると、グリーンシート片GPがセラミックス碍管2の外周に巻き付けられる。そして、グリーンシート片GPがセラミックス碍管2の外周に巻き付けられた状態で、基台62と巻付ローラ64との間に再度1回転すると、セラミックスペースト3aの塗布面全面がセラミックス碍管2の外周面に確実に密着される。

【0046】そして、基台62の移動に伴い、板材73上に配置された各グリーンシート片GPが各セラミックス碍管2に順次巻き付けられる。ここで、グリーンシート片GPの厚みとセラミックス碍管2の直径とに合わせて、各板材72、73の板厚および硬度と、巻付ローラ64の直径および硬度と、巻付ローラ64の外周面と板材73の表面との間隔とを、それぞれ実験によって求め

られた最適値に設定しておく。これにより、図3および図4に示すように、基台62の移動および巻付ローラ64の回動に伴って、各板材72、73の表面および巻付ローラ64の外周面がセラミックス碍管2の形状に対応して変形し、グリーンシート片GPに過大な力を与えて不要な変形を引き起こすことなく、セラミックス碍管2をスムーズに回動させることが可能になる。

【0047】また、各板材72、73を実験によって求められた最適温度に加熱しておくことにより、各板材72、73を介してグリーンシート片GPを加熱し、グリーンシート片GPの可撓性を高めることが可能になる。そして、巻付ローラ64を導電性を有する材質によって形成すると共に金属製のローラ軸64aを介してアースしておくことにより、巻付ローラ64とグリーンシート片GPとが擦れ合うことによって生じる静電気を除去し、当該静電気によりグリーンシート片GPが巻付ローラ64に付着するのを防止することが可能になる。

【0048】従って、グリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付け、セラミックスペースト3aの塗布面全面をセラミックス碍管2の外周面に確実に密着させることができる。尚、仮巻付装置61による巻付作業後においても、セラミックスペースト3aを介したグリーンシート片GPとセラミックス碍管2との密着性が不十分な場合は、セラミックス碍管2に巻き付けられたグリーンシート片GPを可撓性を有する2枚の平坦な板材(例えば、ゴム板など)の間に挟んだ状態で一方の板材を動かすことにより、セラミックス碍管2に巻き付けられたグリーンシート片GPを各板材間で転がして、増し締めを行うようにすればよい。または、可撓性の材質(例えば、ゴムなど)によって形成された円筒状のパイプ内にセラミックス碍管2に巻き付けられたグリーンシート片GPを挿入し、当該パイプの周囲に均一な圧力をかけて当該パイプの内径を縮めることにより、当該パイプの内周面を介してグリーンシート片GPの外周に均一な圧力をかけて、増し締めを行うようにしてもよい。

【0049】[工程9(図5参照)]セラミックスペースト3aを接合材としてグリーンシート片GPが巻き付けられたセラミックス碍管2を250°Cで樹脂抜きした後、水素雰囲気中にて1500~1600°Cで一体焼成して相互に密着固定させる。その結果、セラミックスペースト3aがセラミックス層3になると共に、各グリーンシート4a、6aがそれぞれ各セラミックス層4、6になり、丸棒状のセラミックスヒータ1が完成する。

【0050】その後、各端子部21、22の表面に防錆性を高めるためのメッキ処理(例えば、ニッケルメッキなど)を施してメッキ層(図示略)を形成し、そのメッキ層に電源から引き出されたリード線(図示略)をロウ付けにて接続する。尚、セラミックス碍管2と発熱パタン5との間にセラミックス層4を挟んであるのは、高

融点金属ペーストから成る発熱パターン5とセラミックス碍管2とをセラミックスペースト3aを用いて直接接合させると、発熱パターン5とセラミックス碍管2との密着性が不十分になって焼成時に気孔が発生し、その気孔により発熱パターン5が酸化しやすくなって断線を起こすおそれがあることから、これを防止するためである。

【0051】また、各部材2～6の相互密着性を高めるために同時焼成することが好ましく、その焼成方法としては、型加圧(H.P., H.I.P.)焼結、雰囲気加圧焼結、常圧焼結、反応焼結などを用いればよく、その焼成温度は1450～1600°Cの範囲から選択するのが適当である。

【0052】また、焼成時の雰囲気は、水素などの還元雰囲気以外にも、不活性ガス雰囲気(例えば、アルゴン(Ar)、窒素(N<sub>2</sub>)など)、酸化性雰囲気(例えば、大気中)としてもよい。このように作成されたセラミックスヒータ1は、特に高温下で長時間使用される内燃機関の空燃比制御用の酸素センサを加熱するためのヒーターとして好適である。この場合、セラミックスヒータ1は、試験管型固体電解質酸素センサ素子の内部に挿入してもよく、酸素センサ素子に付設してもよい。

【0053】以上詳述したように、本実施形態によれば、工程8にてグリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付ける際に、水平方向に移動する基台62と回動する巻付ローラ64とを備えた仮巻付装置61を用いるため、グリーンシート片GPとセラミックス碍管2とを確実に密着させることができる。そして、手作業によらずに巻付作業を行うため、巻付作業の均一化を図った上で巻付作業に要する時間を短くして製造TATを短縮することができる。

【0054】また、工程8においては、グリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付ける前に、押圧装置63を用いることにより、セラミックス碍管2をセラミックスペースト3aを介してグリーンシート片GPに密着させる。そのため、グリーンシート片GPをセラミックス碍管2の外周に巻き付ける際に、グリーンシート片GPに対するセラミックス碍管2の位置ずれや捻れが起こるのを確実に防止することができる。そして、このセラミックス碍管2をセラミックスペースト3aを介してグリーンシート片GPに密着させる作業を手作業によらずに押圧装置63を用いて行うため、密着作業の均一化を図った上で密着作業に要する時間を短くして製造TATを短縮することができる。

【0055】尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように変更してもよく、その場合でも、上記実施形態と同様の作用および効果を得ることができる。

(1) 巷付ローラ64の外周面に帶電防止剤を供給するようにしてもよい。例えば、帶電防止剤として石鹼水を

用いる場合には、一定個数のグリーンシート片GPを巻き付けた後に、巻付ローラ64の外周面を石鹼水にて拭くようとする。このようにすれば、巻付ローラ64とグリーンシート片GPとが擦れ合うことによって生じる静電気をより確実に除去することが可能になる。尚、帶電防止剤を用いることで静電気を十分に除去可能な場合には、巻付ローラ64の材質に導電性を有する材質を用いる必要はない。

【0056】(2) 基台62を構成する各板材72, 73を加熱するだけでなく、巻付ローラ64を最適温度に加熱しておいてもよい。このようにすれば、巻付ローラ64を介してグリーンシート片GPを加熱することが可能になり、グリーンシート片GPの可撓性をさらに高めることができる。尚、巻付ローラ64の加熱は、巻付ローラ64の内部に設けられたヒータを用いてもよく、巻付ローラ64とは別個に設けられた加熱装置を用いてもよい。また、巻付ローラ64を加熱する際にはその外周面のみを加熱し、その内部については加熱しないようにしてもよい。ところで、巻付ローラ64を加熱することでグリーンシート片GPの可撓性を十分に高められる場合には、各板材72, 73を加熱する必要はない。

【0057】(3) セラミックス碍管2の形状は、円筒状に限らず、適宜な形状(例えば、四角筒状、多角形筒状など)にしてもよい。また、セラミックス碍管2を適宜な形状(例えば、棒状、板状など)のセラミックス基材に置き換てもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した一実施形態の仮巻付装置の構造を説明するための概略構成図。

【図2】一実施形態の仮巻付装置の動作を説明するための説明図。

【図3】一実施形態の仮巻付装置の動作を説明するための説明図。

【図4】一実施形態の仮巻付装置の動作を説明するための説明図。

【図5】一実施形態のセラミックスヒータの一部断面斜視図。

【図6】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための分解斜視図。

【図7】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための分解斜視図。

【図8】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

【図9】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

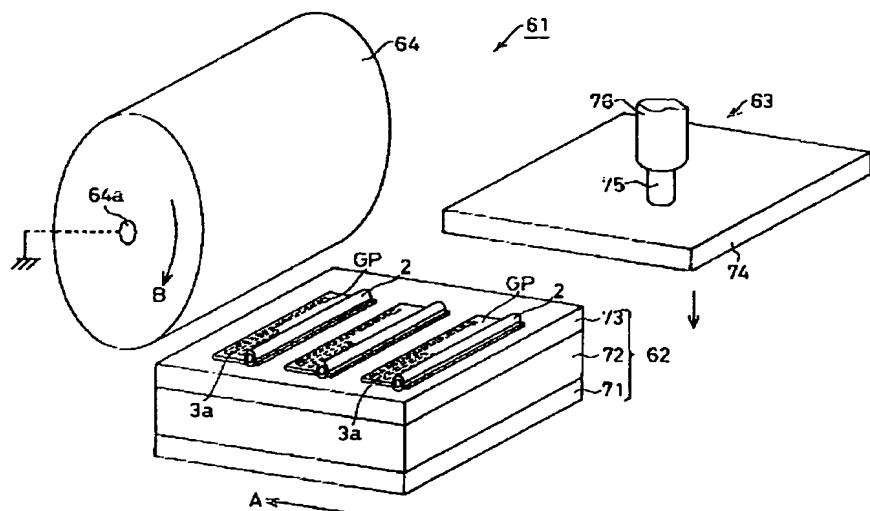
【図10】一実施形態のセラミックスヒータの製造方法を説明するための斜視図。

#### 【符号の説明】

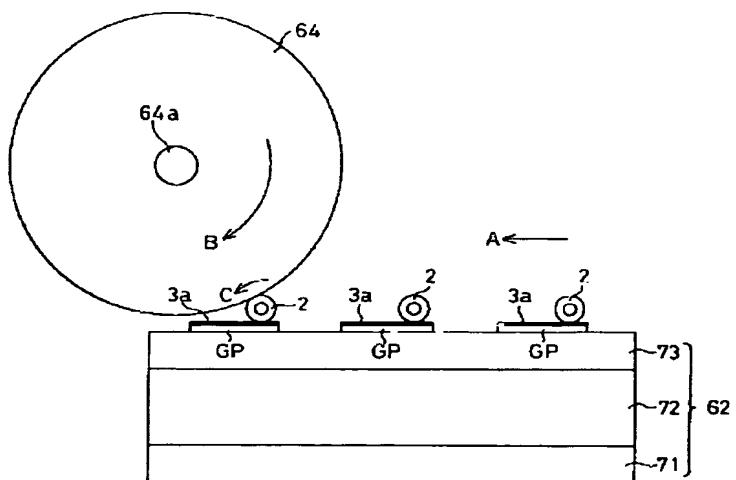
1…セラミックスヒータ 2…セラミックス碍管(基材)

3a…セラミックスペースト 4a, 6a…グリーン  
シート 64…巻付ローラ 71…台座 72, 73…板材  
5…発熱パターン 61…仮巻付装置 62…基台  
64a…ローラ軸 GP…グリーンシート片

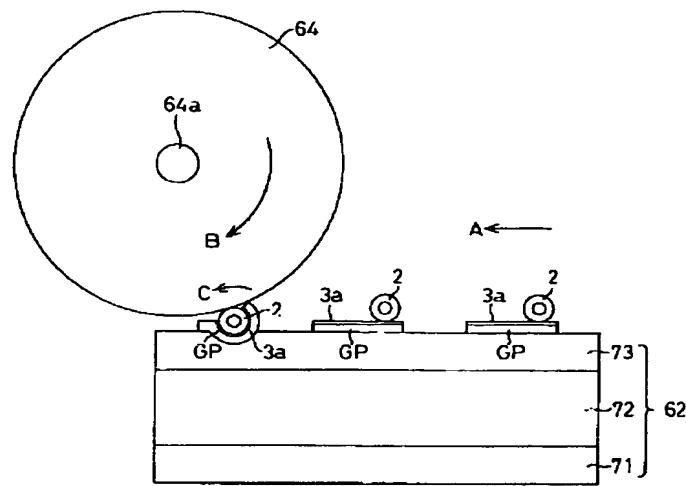
【図1】



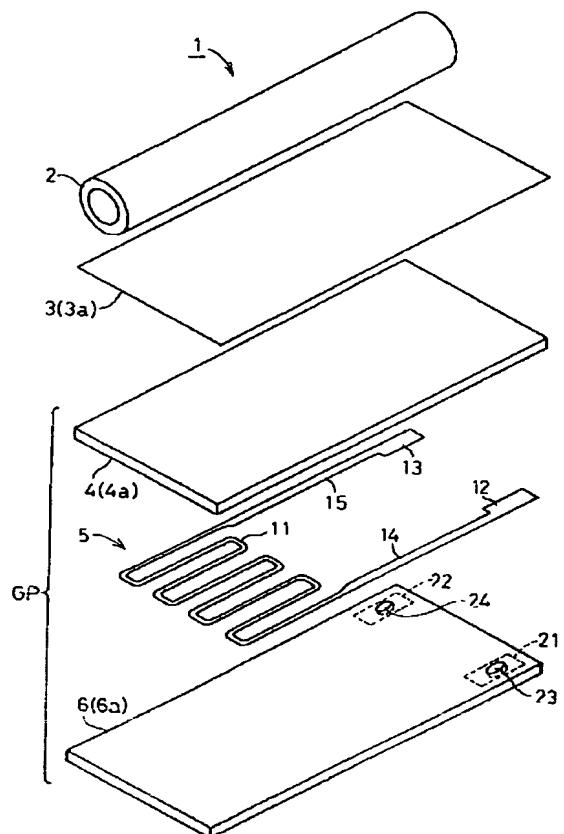
【図2】



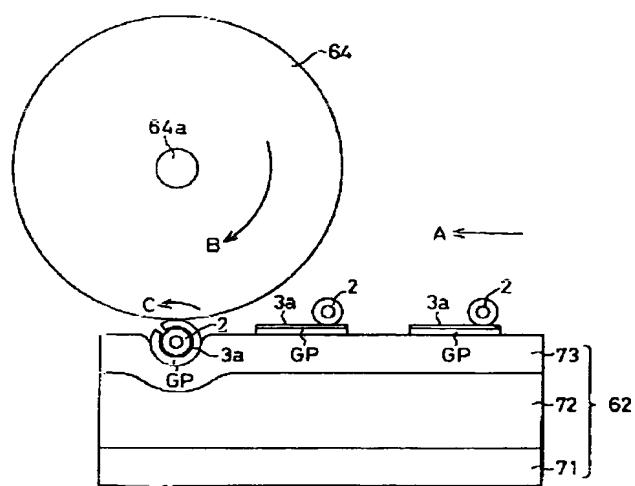
【図3】



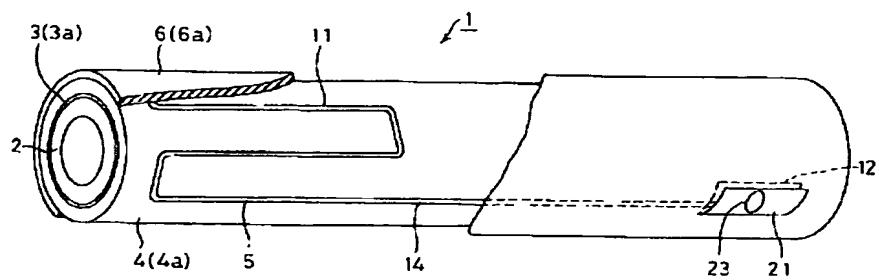
【図6】



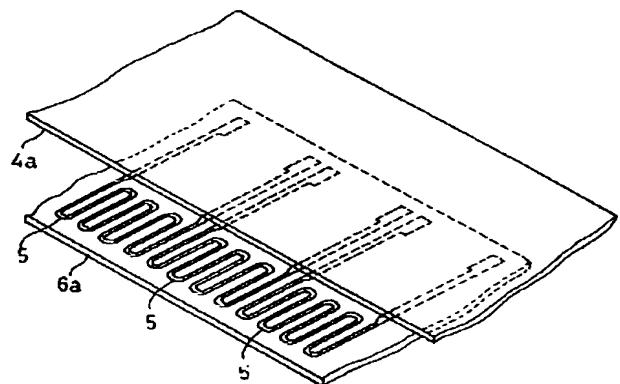
【図4】



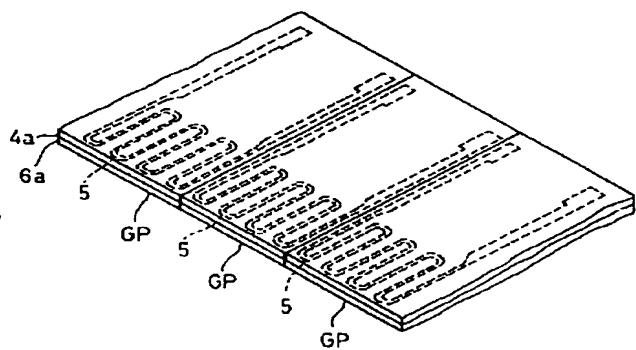
【図5】



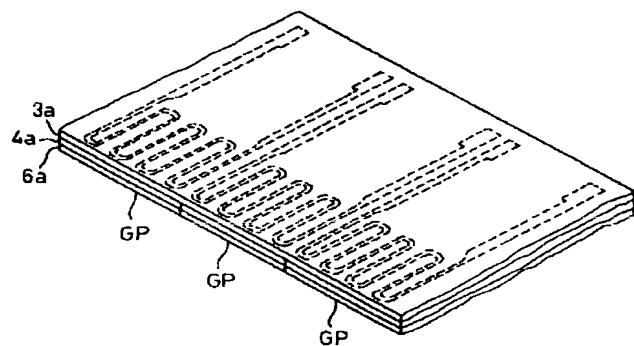
【図7】



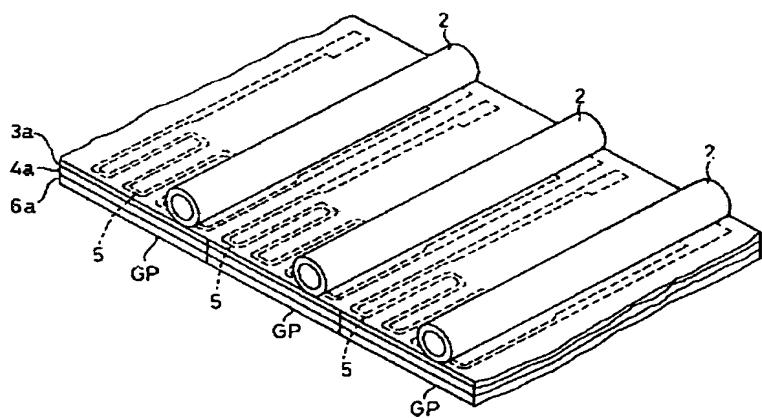
【図8】



【図9】



【図10】



(11) 00-113965 (P2000-113965A)

フロントページの続き

(72)発明者 中島 義道  
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 3K092 PP06 PP16 QA02 QB03 QB25  
QB74 RA06 RB23 RD16 RD47  
RE05 VV03